

Toni Toivonen

SELVITYS HORMIELEMENTIN VALU- MUOTTIRATKAISUISTA

Opinnäytetyö
Rakennustekniikka

Kesäkuu 2018



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Toni Toivonen	Insinööri (AMK)	Kesäkuu 2018
Opinnäytetyön nimi		
Selvitys hormielementin valumuottiratkaisuista		36 sivua 34 liitesivua
Toimeksiantaja		
Rudus Oy		
Ohjaaja		
Lehtori Sirpa Laakso Lehtori Anu Kuusela Projektipäällikkö Kari-Pekka Leiri (tilaaja)		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Kotkan Elpo-hormielementtitehtaan kahta erilaista valumuottijärjestelmää ja kartoittaa niiden mahdolliset puutteet ja kehittämistarpeet käytön ja laadun näkökulmasta. Tutkimuksen lisäksi tavoitteena on löytää mahdollisimman monia markkinoilla tarjolla olevia, hormielementtituotantoon soveltuvia vaihtoehtoisia muottiratkaisuja ja pohtia niiden toimivuutta tuotteen kannalta.</p>		
<p>Tutkimusongelma on lähtöisin Elpo-elementtityöntekijöiden palautteista, joiden mukaan kesällä 2017 käyttöön lanseeratussa uudessa valumuottijärjestelmässä on merkittäviä puutteita ja hankaluuksia tehtaan alkuperäiseen valumuottijärjestelmään nähden. Uusien muottien tarkoituksena oli mm. ratkaista hormielementin fyysisestä kasvusta johtuvat tuotannolliset ongelmat. Palautteen myötä muottien hallittuun selvitystyöhön nähtiin selkeä tarve.</p>		
<p>Työn menetelminä käytetään tehtaan omien muottijärjestelmien osalta kvalitatiiviseen tutkimusmenetelmään perustuvaa teemahaastattelua, jonka tuloksia tarkastellaan tuotteen ominaisuuksien, sekä aihepiiristä löytyvän kirjallisuuden ja teorian kannalta. Ohessa toteutettavan uusien muottijärjestelmien kartoitusta pohjustetaan tutustumalla hormielementtiin ja valumuottijärjestelmiin, joiden perusteella laaditaan pohdinta uusien järjestelmien soveltuvuuksista tuotteelle.</p>		
<p>Johtopäätös valumuottien kehitystarpeesta ja kehitysosa-alueista on yhteenveto tutkimuksen analyysistä, sekä ulkopuolisten valumuottijärjestelmien pohdinnasta. Päätöksessä käy ilmi, että kummassakin tehtaalla käytössä olevassa muottijärjestelmässä on puutteita, joita tulisi kehittää. Havaitaan myös, että ulkopuolisista muottijärjestelmistä löytyy paljon toimintoja ja asioita, joita hyödyntämällä voisi ottaa muottien kehityksen kannalta merkittäviä askeleita eteenpäin.</p>		
Asiasanat		
Hormielementti, valumuottijärjestelmä, elementtiteollisuus		

Author (authors)	Degree	Time
Toni Toivonen	Bachelor of Engineering	June 2018
Thesis title		36 pages 34 pages of appendices
Research of hvac precast molds		
Commissioned by		
Rudus Oy		
Supervisor		
Sirpa Laakso, Senior Lecturer Anu Kuusela, Senior Lecturer Kari-Pekka Leiri, Project manager		
Abstract		
<p>The objective of the thesis was to inspect two different precast molds Rudus BT Kotka factory and define lacks in their functions from the quality and use point of view. In addition, a target was to chart different alternatives for current molds and mold components.</p> <p>The problem of thesis is based on the collected feedback from precast workers. The feedback is pointing out that the new steel-based mold introduced in summer 2017, which was meant to replace the original outdated system, was causing unexpected difficulties during precast assembling, concerning especially working posture. In other words, solving main problems generated a few new ones. The biggest reason for original mold outdated was development and physical growth of the actual product.</p> <p>The research of the factory molds, is based on qualitative methods, to be more accurate semi-structured interviews. The purpose of the interviews was to collect enough information from the users of the molds. Besides the empirical research, the thesis also focuses on mold technology in general. The aim was to find mold systems that could compensate, or even replace some of the components to provide more functional mold units.</p> <p>The conclusion of the work comes from research and discussion on of charted mold systems. The result indicates that both mold systems used in factory have fundamental problems in different areas. The next mold system development work should focus on combining the good features which were discovered in analysis.</p>		
Keywords		
HVAC, Precast, Mold		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Taustat ja tavoite	6
1.2	Rudus Oy.....	7
1.3	Elematic Oyj.....	7
2	TOTEUTUS	8
2.1	Teoria	8
2.2	Tutkimusmenetelmän valinta	8
3	HORMIELEMENTTI.....	9
3.1	Elpo-hormin synty	9
3.2	Elpon kehittyminen	10
3.3	Markkinoiden kehittyminen ja hormielementin tulevaisuus	12
3.4	Elementin mittoihin vaikuttavat tekijät.....	13
4	VALUMUOTTI	14
4.1	Muottien materiaalit ja rakenteet.....	14
4.2	Pintakäsittely.....	16
5	VALUMUOTTIJÄRJESTELMÄ	17
5.1	Pystymuotit	17
5.2	Vaakamuotit.....	19
5.2.1	Kiertomuottilinjasto	19
5.2.2	Pilari- ja palkkimuotit	21
5.3	Eritysmuotit	22
6	MUOTTIA OHJAAVAT VALMISTUSKRITERIT	24
6.1	Muotin pintamateriaalin valinta	24
6.2	Valmiiden elementtipintojen luokittelu.....	25
6.3	Toleranssit	25
7	VALUMUOTIN KÄYTTÄMINEN.....	28
7.1	Asetus työvälineistä	28

7.2	Ergonomia	28
8	TUTKIMUS	30
9	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET.....	33

KUVALUETTELO

TAULUKOT

LIITTEET

Liite 1. Hormielementin valumuottijärjestelmät – tutkimusosuus

Liite 2. Pohjakuva tuotannosta

Liite 3. P62915 Push-button magnet (FaMe)

Liite 4. P621740 Fastening magnet (FaMe)

Liite 5. P6332049 Flex Pro sideform (FaMe)

Liite 6. P639082 Tilting sideform (FaMe)

Liite 7. Instructions of Elematic Fastening Method Products -katalogista otteita

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoite

Opinnäytetyön tilaajana toimii nykyinen (2018) työnantajani Rudus Oy. Työn aiheena on tutkia Kotkan elementtitehtaan käytössä olevia hormielementtien valumuottijärjestelmiä. Ruduksen oma hormielementti tunnetaan rakennusteollisuudessa kutsumanimellä Elpo-hormi. Aihe on syntynyt Kotkan Elpo-hormien tuotantoyksikössä.

Kotkan tehtaalla otettiin vuoden 2017 alussa merkittävä askel kohti kestävämpää kehitystä, kun tehdas teki päätöksen korvata osan käytössä olevista muosteista kokonaan uudentyyppisillä, teräsrakenteisilla muoteilla. Konseptista oli saatu hyvää palautetta sisartehtaalta, mikä puolsi päätöstä. Investoinnin toteutusajankohdaksi päätettiin kesä 2017.

Teräsrakenteisen muottijärjestelmän selkeimpänä etuna tiedettiin olevan huomattavasti laajempi repertuaari elementtikokojen suhteen. Muottijärjestelmän odotettiin myös tuovan merkittäviä säästöjä valmistuskustannuksiin. Ekologisuus- ja taloudellisuusaspektien lisäksi tavoitteena oli samalla vakiinnuttaa valmiiden elementtipintojen laatu.

Kyseinen muotti vaati aluksi uudentyyppisten ominaisuuksien vuoksi tuotantoprosessin uudelleenorganisointia aina tuotannonsuunnittelusta betonointivaiheeseen saakka. Ensimmäiset kuukaudet menivätkin pääasiassa uusien rakentamistapojen ja tekniikoiden kehittelyyn. Opettelun ohella huomattiin muottijärjestelmässä olevan vielä paljon kehittämisen varaa, mikä lopulta loi perusteet tämän työn aiheelle.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää haastattelujen avulla valumuottijärjestelmien kaikki puutteet ja kehittämistarpeet, sekä selvittää onko tuotteelle olemassa muita vartenotettavia valumuottijärjestelmiä.

1.2 Rudus Oy

Rudus Oy on kivipohjaisiin rakennusmateriaaleihin, sekä valmisbetonituotteisiin keskittyvä rakennusalan toimija. Yhtiö työllistää tällä hetkellä yli 90 eri betonituote- ja valmisbetonitehtaan, sekä 120 kiviaineksen tuotantoalueen voimin noin 900 henkilöä. Yritys on osa suurta rakennustuotealalla toimivaa kansainvälistä CRH-konsernia, joka toimii tällä hetkellä 31 maassa, joissa se työllistää 87 000 työntekijää. Konserni on maailmanlaajuisesti toiseksi suurin rakennustuotealalla vaikuttava yhtiö. [1;2.]

1.3 Elematic Oyj

Elematic Oyj on Suomesta lähtöisin, nykyisin globaalisti betonielementtiteollisuudessa toimiva tarvikkeisiin ja laiteteknologiaan erikoistunut yritys. Yhtiö on perustettu vuonna 1959 ja sen päätoimipiste sijaitsee Akaalla, Toijalassa. Globaaleilla markkinoilla Elematic tunnetaan erityisen hyvin ontelolaatta-tuotantoteknologiastaan, jossa yrityksen markkinaosuus on kunnioitettavat 60 %. Yhtiö toteuttaa vuosittain maailmanlaajuisesti yli 3600 tuotetoimitusta, joista syntyvä liikevaihto asettuu n. 100 M€. [3.]

2 TOTEUTUS

2.1 Teoria

Teoria keskittyy työssä kahteen osa-alueeseen, joiden tehtävänä on tukea varsinaista tutkimusta tehtaan omista valumuoteista, sekä pohdintaa ulkopuolisista valumuottiratkaisuista. Ulkopuolisia valumuottiratkaisuja pohjustavassa tiedonhankinnassa tullaan huomioimaan hormielementin nykyisten muottien erityispiirteitä. Täten selkeästi poikkeavia järjestelmiä ei tulla työssä käsittelemään. Teoriaosuuden ohessa lukijalle annetaan perustietoa aihealueiden ympäriltä.

Tehtaan omien valumuottijärjestelmien teoria on valittu tutkimukseen perustuen laadun ja muotin käytön kannalta. Teorian tarkoitus on tukea tutkimuksen haastatteluosuudessa esille tulevia asioita ja tarvittaessa selittää niitä.

Uusien valumuottijärjestelmien kartoituksen lisäksi työssä on tarkoitus pohtia niiden sopivuutta hormielementtituotantoa varten, osittain myös tutkimustulosten kannalta. Pohdinta kuitenkin edellyttää tuotteen piirteiden sekä tuotantovaiheiden kokonaisvaltaista tuntemusta. Ilman riittävää käsitystä hormielementtituotannosta työvälineiden sopivuutta on vaikeaa arvioida.

Tiedonhankinnan apuna on käytetty pääosin internetin hakukoneita. Tästä huolimatta varsinaiseen teoriaosuuteen sisältyy internet-lähteiden lisäksi kattava määrä kirjallisuutta ja asiantuntijoiden haastatteluja. Osa teoriasta tullaan tilaajan pyynnöstä pitämään salaisessa liiteosiossa.

2.2 Tutkimusmenetelmän valinta

Työn luonteesta johtuen oli alusta asti selvää, että tutkimusmenetelmänä tullaan käyttämään laadullista, kvalitatiivista tapaa. Tutkimusmetodiksi valikoitui teemahaastattelu, jonka tukena käytettiin apukysymyksiä. Päätös perustui työn lähestymisnäkökulmiin aihealueeseen nähden ja tehtaan työntekijöiden vankkaan kokemukseen tuotteesta, jota he olivat aikanaan luomassa. Tämän tiedon puitteissa voidaan todeta, että tutkimuksen osallistujien kannalta lähtökohdat olivat hyvät.

3 HORMIELEMENTTI

Hormielementillä (kuva 1) tarkoitetaan talotekniikkaputkistoa sisältävää tehdasvalmisteista betonituotetta. Pääajatuksena on valmistaa rakennuksen talotekniset kerrosten väliset nousuosuudet sään ja valvonnan kannalta hallituissa olosuhteissa. Ratkaisulla pystytään todistetusti mm. lisäämään myytäviä asuinneliöitä, sekä nopeuttamaan rakentamisvaiheita. Hormit voidaan suunnitelmien puitteissa toteuttaa joko vapaassa tilassa nousulinjoina, tai integroituna väliseinärakenteeseen. Elementin identiteettitunnuksena käytetään suunnitelmissa H:ta. [4;5;6, s. 5.]



Kuva 1. HOAS – Aalto Village -kohteen hormielementti Jatkeen työmaalla odottamassa asennusta.

3.1 Elpo-hormin synty

Elpo-hormi on saanut nimensä konseptin kehittäjiltä Jari Elomaaalta, sekä Osmo Postilta. Vuonna 1984 Elomaa ja Posti perustivat Elpotek Oy nimisen teollisuusalan yrityksen Ilomantsiin, jonka tarkoituksena oli käynnistää Elpo-hormin tuotanto. Taustaltaan kyseiset henkilöt olivat LVI-suunnittelijoita ja työskentelivät ennen tuotantolaitoksen perustamista LVI-Suunnittelu Elpocon J. Elomaa & O. Posti -nimisessä suunnittelutoimistossa. [7.]

Idea talotekniikkaelementti-konseptista kasvoi pikkuhiljaa töiden rinnalla, kun tuotteen kehittäjät huomasivat työmailla paikalla rakennettavissa LVI-nousuputkistoissa paljon optimointimahdollisuuksia. Postilla oli myös perheen

puolesta putkiliiketaustaa, mikä toi hormielementin tuotekehitykseen paljon tarvittavaa tietotaitoa. Elpotek oli koko Suomessa ensimmäinen talotekniikka-elementtejä valmistava yritys. [7.]

3.2 Elpon kehittyminen

Elpo-hormielementin runko koostui vielä 80-luvulla pääosin vaahtomuovista eli polyuretaanista (PU), joka päällystettiin kipsilevyillä, sekä tietysti talotekniikasta. Tekniikka käsitti vielä tuohon aikaan Elpossa enenevissä määrin vesihuollon eli viemäriputket ja vesijohdot. [7.]

90-luvun alussa tuotantolaitos joutui yllätyksekseen tilanteeseen, jossa päärunkoaineelle tarvittiin korvaaja, kun PU-vaahdon koostumusta muutettiin teollisuudessa ympäristösyistä. Suurimpina ongelmina muunnetussa koostumuksessa todettiin olevan hinnan nousun myötä tuotantokustannusten karkaaminen ja laadun heikkeneminen. Useista eri vaihtoehdoista uudeksi pääraaka-aineeksi valikoitui lopulta betoni, jonka voidaan samalla todeta olevan yksi suurimmista tekijöistä koko konseptin menestystarinalle. Päärunkoaineen muutoksesta aiheutuneiden tehdasympäristön saneeraustarpeiden ilmettyä tuotanto päätettiin siirtää samalla Ilomantsista Kotkaan. [7.]

Betonirakenteisena hormielementille avautui täysin uudet markkinat monesta eri syystä. Samalla kun tuotetta kehitettiin, otti Elpotek tärkeän askeleen myös myyntistrategiassa, kun jälleenmyynnistä siirryttiin täysin rakennusliikekohtaiseen kaupantekoon. Tämä mahdollisti mm. entistä saumattomamman vuorovaikutuksen työmaahormielementtitoimittaja akselilla, mikä puolestaan kiihdytti elementin tuotekehitystä entisestään. Yksi suurimmista, ellei suurin harppaus tehtiin, kun Elpo-hormi onnistuttiin liittämään osaksi betonirakenteista väliseinäkenttää ns. Seinäks -tekniikalla (kuva 2). Tämä oli mahdollista pääasiassa juuri betonin tuoman erinomaisen puristuslujuuden ansiosta, joka auttoi Elpoa ottamaan vastaan rakennuksen liikehdinnästä johtuvia puristusvoimia. Erityisenä tätä pidettiin siksi, että ratkaisu vapautti huomattavasti rakennuksen kokonaisalaa, mikä korreloitui suoraan myytäviin asuineliöihin. Menestystä vauhditti samanaikaisesti myös LVI-alan kehittyminen, mikä näkyi hormielementeissä mm. ilmanvaihtotekniikan yleistymisenä. [7.]



Kuva 2. YIT:n kohteessa Vantaan Sähke seinälinjaan integroitu hormielementti.

Talotekniikkaelementtimarkkinoiden laajentuessa ja kysynnän räjähdysmäisen kasvun vastapainona Elpotek kohtasi jatkuvasti myös pieniä ja vähän suurempiakin haasteita. Toistuvimmat haasteet tilaajien näkökulmasta olivat sen aikainen joustamattomuus hormielementin erikoispituuksissa ja talotekniikan alakytkennöissä, etenkin kun alinta hormia kannattava holvirakenne oli toteutettu paikalla valettuna. Kyseisiin ongelmiin onnistuttiin kuitenkin kehittämään toimivat ratkaisut mm. kehittämällä muotinkasausta sekä luomalla kokonaan uusi tuote välipohjaläpivientejä varten, niin kutsuttu aloituspala (kuva 3). Aloituspalalla tarkoitetaan paikalla valettavaan välipohjaan osaksi valettavaa lyhyttä hormielementtiä, jonka yläpuolelta elementtilinja aloitetaan. [7.]



Kuva 3. Kohteen Rakuunantie 19 aloituspaloja niputettuna tehtaalla kuljetusta varten.

3.3 Markkinoiden kehittyminen ja hormielementin tulevaisuus

Hormielementissä yhdistyy kahden eri tekniikan alan osaaminen: betonirakenne- ja LVI-tekniikka. Spesifistä kombinaatiosta muodostuvien haasteiden vuoksi Elpotek sai toimia markkinoilla lähes 20 vuotta ilman suurempaa kilpailua ja siitä johtuvaa painetta. Ensimmäiset yritykset markkinoiden haastamisesta nähtiin vasta 2000-luvun alussa, kun Rakennusbetoni- ja elementti Oy lanseerasi oman vaihtoehtoisen tuotteen, joskin kehnolla menestyksellä. Vuonna 2008 Lujatalo Oy julkaisi oman versionsa hormielementistä ja onkin tällä hetkellä Ruduksen rinnalla ainut betonirakenteisia nousuputkistoelementtejä valmistava yritys. Konseptille ei ainakaan määräysten osalta ole tulevaisuudessa odotettavissa suuria muutoksia. [7;8.]

3.4 Elementin mittoihin vaikuttavat tekijät

Elementin kokoon vaikuttaa edellä mainittujen teknisten vaatimusten lisäksi talotekniikkatarvikkeiden vaatima tehollinen tila ja kanavien ympärille määritetty runkorakenne. Runkorakenteen tarkoituksena on ankkuroida nousuputkistot jäämäkästi paikoilleen, jäykistää elementtirakennetta, sekä jättää kanavien välille riittävästi asennustilaa. Kyseinen tekniikka mahdollistaa tuotantotavan, jossa kyetään valmistamaan jopa yli 20 taloteknistä nousukanavaa sisältäviä hormielementtejä. [9.]

Yleisimmät hormikoot liikkuvat syvyyksissä 300–400 mm ja leveyksissä 500–1600 mm välillä. Viittaamalla yleisiin kokoihin voidaankin todeta, että hormit sisältävät lähes aina useita tekniikkanousuja, kun yhden kanavan keskimääräinen halkaisija on n. 100 mm. Talotekniikan keskityksestä syntyvien asennushyötyjen lisäksi monikanavaiset hormit ovat suosittuja, koska hormielementin täyttäessä kertaalleen rakennetekniset vaatimukset, tehostaa kanavien/putkistojen lisääminen tilankäyttöä suhteessa esimerkiksi kanavakohtaisiin yksittäisiin elementteihin. Väitteen tueksi on laadittu kaava 1, joka perustuu yksiriviseen kanavapoikkileikkaukseen. Polynomin tulokset todistavat hyöty-suhteen suhteellisesta kasvusta kanavien määrän lisääntyessä. Elementtien pituus määräytyy rakennuskohteen kerroskorkeuksien perusteella, jotka voivat vaihdella 3–5 m:n välillä riippuen kohteen käyttötarkoitukseen. [9.]

$$\eta = 100 \left(\frac{d^2 \pi x}{4 \left(\frac{c}{2} (x - 1) + 2c + dx \right) (2c + d)} \right) \quad (1)$$

η talotekniikan suhde hormielementin poikkileikkaukseen [%]

x kanavien määrä [kpl]

d kanavan halkaisija [mm]

c betonipeite [mm]

4 VALUMUOTTI

Valumuotit ovat kerta tai kestäkäyttöisiä aihioita, joiden tarkoitus on muodostaa halutulle betonirakenteelle rajapinnat kovettumisen ajaksi. Muotit koostuvat järjestelmästä riippuen pohjasta/pedistä, laidoista, sekä tukirakenteista.

4.1 Muottien materiaalit ja rakenteet

Ominaisuuksien vuoksi yleisimpiä betonimuoteissa käytettäviä materiaaleja ovat erilaiset puutuotteet, metallituotteet, muovit ja lasikuidut. Paikallavaletta-
vaan rakenteeseen kiinnijäävissä muoteissa on totuttu käyttämään myös betonia, teräsverkkoja, sekä erilaisia kankaita/kalvoja. Puu on muokattavuutensa, sekä painonsa ansiosta erinomainen muottimateriaali, jota voidaan hyödyntää pintojen lisäksi kaikissa muottien rakenneosissa (kuva 4). Tällaista on esimerkiksi 22x100 mm²:n sahatavara. [10, s. 211-212.]



Kuva 4. Paikalla valettavan valumuotin toteutus sahatavaralla.

Betonielementtirakentamisessa käytettävät valumuotit toteutetaan tästä huolimatta lähes aina metallirakenteisina, joissa suurimpana hyötynä on aineen kestävyys. Metallirakenteisilla muoteilla voidaan saavuttaa useita satoja valukertoja ilman suurempia komponenttien uusimistarpeita (kuva 5). Muottien laajan repertuaarin vuoksi niille on laadittu järjestelmäluokkia, joihin muotit

jaetaan ominaispiirteiden perusteella. Muottien poikkeavuuksista huolimatta kaikissa muottityypeissä on normaalisti havaittavissa muutamia toisiaan muistuttavia rakenteita, joiden tärkeimpinä tehtävinä on vastaanottaa valupaineesta aiheutuvia voimia, sekä pitää muotti kasassa. Valumuotteihin voidaan myös integroida lisäosia, mikäli betonielementeiltä toivotaan yksityiskohtaisempia, rakenteellisia ratkaisuja. Tällaisia ovat mm. varaukset, lämmöneristeet tai puhdistusluukut. On kuitenkin huomioitava, että lisäosien vaatimat kiinnitysmekanismit voivat materiaalista riippuen kuluttaa muottien pintoja. Metallirakenteiden kestävyys kääntöpuolena on niiden muunneltavuuden haastavuus. Muutostarpeiden esiintyessä joudutaan tavanomaisesti turvautumaan hitsaus- ja leikkaustyöhön. Teräsrakenne ei myöskään ole massansa vuoksi helposti liikuteltavissa. Metallimuottien rakenteita suunnitellessa alumiini tarjoaa usein varteenotettavan vaihtoehdon, joka terästä vastoin, tunnetaan juuri keveydestään. [10, s. 211-214.]



Kuva 5. Metallirakenteisia teollisuusmuotteja.

Muottivanereihin törmätään betonielementtituotannoissa yleensä vain muottipintarakenteissa. Yleisimpiä vanerituotteita ovat koivuvanerit 4...8 käyttökerralla ja suurissa muottiyksiköissä käytettävät reunasuojatut filmipintaiset seka- vanerit jopa 100 käyttökerralla. Kertojen määrää on mahdollista lisätä hyvällä kunnossapidolla sekä öljyhuollolla, mitkä ovat myös perusedellytyksiä laaduk- kaisiin lopputuloksiin. [10, s. 212-213.]

4.2 Pintakäsittely

Muottien käsittelyyn tulee kiinnittää laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi erityistä huolellisuutta, sillä kestävänsä muottimateriaalin pinta ei säily huoltamatta ehjänä. Huonosti puhdistetut pinnat voivat jättää valmiisiin elementtipintoihin esimerkiksi syvennyksiä (kuva 6). Tästä syystä pinnat tulisi puhdistaa jokaisen valukerran jälkeen erittäin huolellisesti. Puhdistuksessa voidaan käyttää painepesua ja harjaa, harjakoneita tai puhdistuspetkeleitä, riippuen lian laadusta. Puhdistusten jälkeen pinnat on hyvä käsitellä muottiöljyllä/irrotusaineella, mikä helpottaa tulevissa valuissa muottien purkua elementeistä, sekä muottipintojen jälleen puhdistamista. Muotiniirrotusaineita valittaessa tulisi myös kiinnittää huomiota, etteivät ne ole haitallisia betonille tai muottirakenteelle [16, s. 16.]. Myös muottien rakenteet on hyvä käsitellä öljyllä. Öljyn kanssa on kuitenkin oltava tarkka, sillä liialliset määrät voivat jättää seuraavissa betonivaluissa valumajälkiä ja pintavirheitä. [10, s. 214.]



Kuva 6. Syvennyksiä valmiissa betonipinnassa.

5 VALUMUOTTIJÄRJESTELMÄ

Valumuottijärjestelmää valittaessa on hyvä kartoittaa tuotteen piirteiden, sekä tehtaan tuotantoprosessin lisäksi muottijärjestelmien mahdollisia sidosvaikutuksia. Muotin valinnalla voidaan vaikuttaa tehtaan maksimikapasiteetin lisäksi mm. työtehokkuuteen, turvallisuuteen, kasaustekniikkaan, kokorepertuaariin sekä tuotteen laadullisiin tekijöihin. Tärkein tehtävä muotilla on kuitenkin luoda laadukkaan lopputuloksen lisäksi mahdollisuus tuotannon stabiilille täyttöasteen toteutumiselle, mikä on liiketoiminnan ennustettavuuden ja vuosittaisen budjetin laadinnan kannalta erityisen tärkeää. Teoriassa em. tarkoittaa sitä, että tuotantotiloihin mahdollisimman kompaktisti mitoitettujen muottien tavoitteellisen täyttöasteen tulisi aina tähdätä 100 %:iin.

Muottijärjestelmät on jaettu teollisuudessa kolmeen eri luokkaan, joita ovat pysty-, vaaka- sekä erityismuottijärjestelmät. Järjestelmien kullekin yksilöllisten ominaispiirteiden tarkoituksena on tehdä betonirakenteiden valutyöstämisistä mahdollisimman vaivatonta ja tehokasta. Ajatuksen pohjalta pystyrakenteisilla muoteilla toteutetaan pystyrakenteita (seinät, pilarit), vaakarakenne- muoteilla laatta ja holvivaluja ja erikoismuoteilla molempien muottijärjestelmien erikoispiirteitä hyödyntäen haastavia betonointitöitä. [10, s. 215.]

5.1 Pystymuotit

Pystymuoteista yleisin elementtiteollisuudessa käytettävä järjestelmä on patterimuotti. Patterimuotilla on mahdollista valaa sekä seinä- että laatta elementtejä. Järjestelmän suurimpia etuja ovat sen tehokkuus suhteutettuna ympäriltä vaadittuun tilaan, sekä elementtien molemmipuolisten valmiiden pintojen tasalaatuisuus. Rakenteellisten ominaisuuksien ja tilan tarpeensa ansiosta järjestelmä on myös helppo mobilisoida ja kuljettaa tarvittaessa muihin tehdasyksiköihin. Yksikkö vaatii kuitenkin hallirakennukselta riittävää vapaata korkeutta, sillä muotin ylätasanne asettuu noin 3,5 m korkeuteen. [11.]

Järjestelmän toimintaperiaate perustuu limittäisiin muottiaihioihin, joissa järjestyksessä seuraavan muottiaihion kylki toimii aina edeltävän aihion kantana (kuva 7). Aihio suljetaan vasta, kun elementin raudoitukset ja muut rakenteet on saatu kasaan. Patterin sulkeminen tapahtuu kiskojen päällä joko manuaalisesti, tai kauko-ohjatusti moottoreilla ja sen lukitus varmistetaan hydraulisella

lukkomekanismilla. Muottiin on saatavilla myös sisäänrakennettu tärytin, jolla voidaan varmistaa betonin tiivistyminen. Yhden aihion ilmoitettu äärimitta voi olla jopa 9 m leveä ja 4 m korkea. Muottitekniikka mahdollistaa jopa 400 mm paksun elementin valmistuksen. [11.]



Kuva 7. Patterimuotti.

5.2 Vaakamuotit

Teollisista vaakamuoteista löytyy yksi selkeästi yleistynyt muottijärjestelmä: kiertomuottilinjasto. Patterimuotin tapaan tässäkin järjestelmässä on mahdollista tehdä seinä- tai laattaelementtejä. Kiertomuottilinjaston lisäksi on olemassa muitakin vaihtoehtoja, kuten pilari- ja palkkimuotit.

5.2.1 Kiertomuottilinjasto

Muottitekniikka perustuu elementtipetiin ja sen päälle laidoista kasattavaan muottikehään (kuva 8). Laitojen toiminta- ja kiinnityisperiaatteet pohjautuvat yksinkertaiseen modulaarisuuteen ja magneettitekologiaan. Laitarakenne on teräs-/alumiinikehikkoa, joka ankkuroidaan alla olevaan teräspetiin erillisillä magneeteilla. Magneettien käyttö on tehty 4–5 kg painonsa puolesta todella helpoksi ja nopeaksi. Ennen kiinnitystä on huolehdittava, että magneetin sekä pedin pinnat ovat puhtaita. Huono puhdistus vaikuttaa automaattisesti magneetin vetokapasiteettiin. [12.]

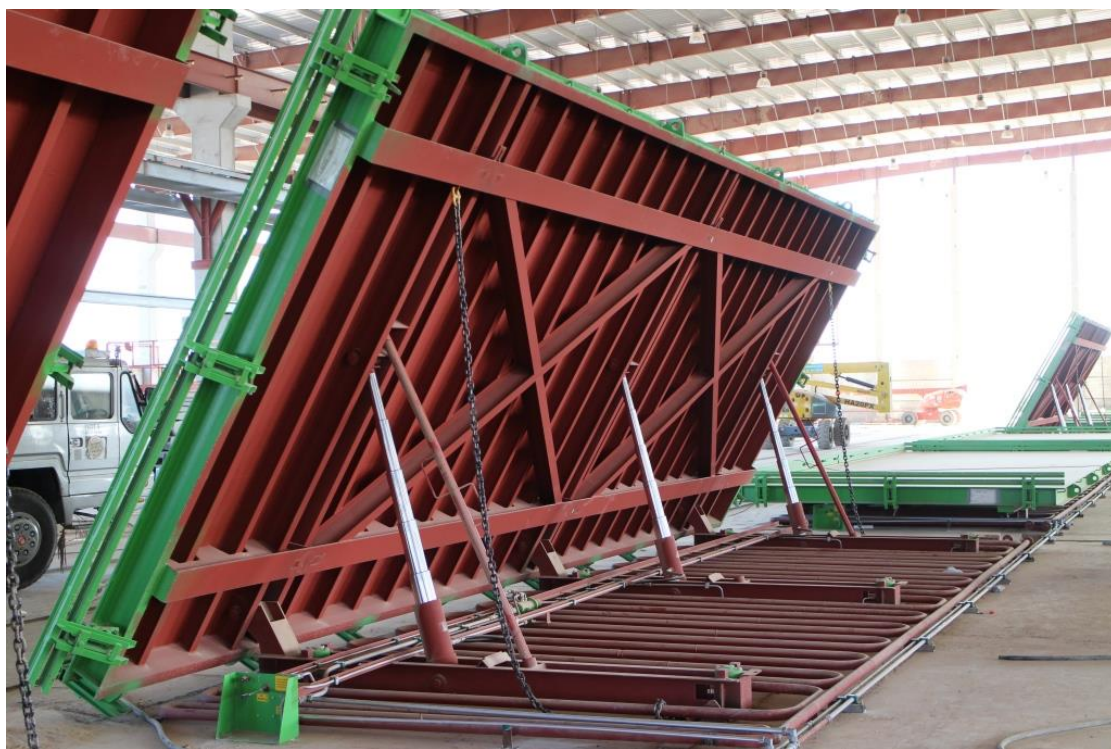
Järjestelmän laitoja voidaan yhdistellä helpoilla ruuvikiinnikkeillä, mikä tekee kaukaloista erittäin muunneltavia. Elementin kasvaessa korkeussuunnassa muottia voidaan myös jatkaa hieman vertikaalisessa suunnassa, tällöin tulee kuitenkin huomioida valupaineen kasvusta aiheutuvat lisävoimat. Esimerkiksi



Kuva 8. Flex Pro -laidat valussa.

kuvassa (kuva 8) näkyvän Elematic FaMe Flex-pro (tuotenimi) -laidan maksimikorkeudeksi on ilmoitettu 450 mm, kun sivuun kiinnitetään erilliset tukisivut. Kiertomuottien laidat ovat muihin betonielementtimuotteihin nähden äärimmäisen kevyitä, mikä on ergonomian kannalta järjestelmän tärkein argumentti. Vaikka kehikkorakenne itsessään on metallia, ei se poista mahdollisuutta käyttää muottipinnoissa puupohjaisia vanerilaitoja. Muottipintamateriaalien kiinnitys alumiinirunkoon tapahtuu materiaalista riippuen joko ruuveilla tai magneeteilla. [12.]

Peti koostuu tukirakenteista ja pintamateriaalista, mikä on yleensä n. 10 mm paksua terästä. Pedin alle voidaan halutessa integroida kippimekanismi, jolla saadaan valmiit betonielementit pystyasentoon ja näin helpotetaan niiden siirtämistä muotista varastoon/kuljetustelineisiin (kuva 9). [12.]



Kuva 9. Kippimekanismi integroituna elementtipetiin.

Mikäli elementtituotannossa on totuttu käyttämään kiinteitä laitarakenteita, on esimerkiksi Flex Pro -laita mahdollista yhdistää petiin erillisellä saranamekanismilla. Laidan sarana integroidaan teräspetiin reunasta. Tekniikka vähentää samalla kyseisen sivun magneettien tarvetta valutyön aikana. Tavan vahvuudet tulevat esille mm. mittavirheiden vähenemisinä ja elementin muottipurkujen nopeutumisina. [12.] Ks. liitteet 6 ja 7.

5.2.2 Pilari- ja palkkimuotit

Pilari-/palkkimuottijärjestelmät perustuvat bulkkiajatuksen, mikä käytännössä tarkoittaa, että niissä toteutettavat elementtien ulkomitat eivät juurikaan muutu toistensa jälkeen (kuva 10). Yksipuolisuutensa ansiosta muotilta ei vaadita merkittäviä muunneltavuusominaisuuksia. Muotin pohja koostuu syvyyssuunnassa säädettävästä pohjalevystä, jolla voidaan muuttaa pohjalevyn korkeus-asemaa. Muotin sivujen toimintaperiaate perustuu hydraulisesti liikuteltaviin laitoihin, jotka takaavat elementin leveydelle laadukkaan, mittatarkan lopputuloksen. Metallipainotteisuudesta huolimatta pintamateriaali on vastaavanlaaisesti valittavissa asiakkaan tarpeiden mukaan puun ja metallin väliltä. [13.]



Kuva 10. Hydraulisesti säädettävä palkki/pilarimuotti.

5.3 Erityismuotit

Erityismuotit käsittävät järjestelmiä, jotka ovat yksinomaan räätälöityjä tiettyjä tuotteita varten. Elementtiteollisuudessa näihin luetellaan mm. ontelo-, porras-, tila-, hormi- ja TT-laattamuotit (kuvat 11,12,13,14). [14.] Johtuen työn luonteesta hormivalumuotit käsitellään erillisessä liitteissä 1 ja 7.



Kuva 11. TT-laattamuotti koostuu tasaisesta pinnasta, johon on jätetty laatalle ominaisille uumille omat valu-urat.



Kuva 12. Tavanomainen porrasmuotti.



Kuva 13. Tila/kuilumuotti.



Kuva 14. Ontelolaatta -linjasto.

6 MUOTTIA OHJAAVAT VALMISTUSKRITEERIT

Muotin vaikutusta valmiiden elementtien pintalaatuihin ja mittavirheisiin ei tule aliarvioida. Tukevalla ja kiinteällä, työtä varten mitoitettulla rakenteella taataan toleransseissa pysyminen, mikä on hormielementin toimintaperiaatteen kannalta ensisijaisen tärkeää. Tuotteelle sopivan pintamateriaalin valinnalla on siis suuri merkitys laatuksien täyttymisen kannalta.

6.1 Muotin pintamateriaalin valinta

Paras keino päästä elementtipintavaatimuksiin on valita siihen soveltuva muottipintamateriaali. Kestomuottien materiaalivalinnoissa pyritään usein myös laatuvaatimusten lisäksi huomioimaan käyttösyklit, jotka antavat tuotantoyksiköille tärkeää informaatiota esimerkiksi tuotantokustannusten kokonaisvaltaiseen kartoittamiseen.

Toistuvaan elementtituotantoprosessiin varten otettavia pintamateriaalivaihtoehtoja on kaksi: filmivanerilevyt ja teräs/alumiini. Laadukkaimmat filmivanerit (erit. koivupohjaiset) voivat säännöllisen ja hyvän huollon puitteissa kestää jopa 100 valukertaa. Teräspinnan materiaaliominaisuuksien erilaisuudesta johtuen sille on vaikea määrittää vastaavanlaista elinkaarta, mutta kunnossapidettynä käyttökertojen määrän voidaan todeta olevan moninkertainen vaneriin nähden. Vanereita käytettäessä on myös huomioitava riski, että levyjen jatkoskohdat voivat jättää huonosti aseteltuina elementin pintaan selkeitä hammastuksia. Teräspinta-aineissa tätä ongelmaa ei esiinny yhtenäisen teräslevyrakenteen ansiosta. [15, s. 22-23.]

Pinnallisten ominaisuuksien lisäksi muottivalinnassa on hyvä tiedostaa pintamateriaalin vaikutukset betonin huokoskehitykseen. Muotin imukyky kasvaessa pintakerroksilla on tapana tiivistyä, mikä vähentää myös huokosten määrää. Teräspinnalla valetuissa betonielementeissä törmätäänkin tästä johtuen paljon useammin runsaisiin huokosrakenteisiin, kuin esim. puulevyillä valetuissa elementeissä. [15, s. 22-23.]

6.2 Valmiiden elementtipintojen luokittelu

Elementtien pinnat jaetaan yleisen ohjeistuksen pohjalta neljään eri luokkaan, parhaimmasta heikoimpaan: AA, A, B ja C. Heikointa C-luokkaa käytetään yleensä vain piiloon jäävissä rakenteissa, esimerkiksi perustuksissa tai alas lasketuissa kattotiloissa. Muottipintoja vasten jäävät pinnat yksilöidään tunnuksilla MUO (muottia vasten valettu pinta) tai MUK (kuvioitu muottia vasten valettu pinta), joiden perään lisätään tavoiteluokitus, esim. MUO-A. Kriteerit ja selvennyskuvat kaikkiin luokkiin on esitetty taulukossa (taulukko 1), sekä kuvassa (kuva 14). [15, s. 32,148.] Hormielementin tulee täyttää näkyviin jäävän pinnan osalta luokka B ja näkymättömiin jäävän pinnan luokka C.

6.3 Toleranssit

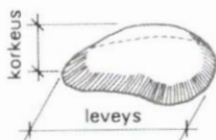
Betonirakenteiden toleranssivaatimuksien kannalta muotin on kyettävä pitämään betoni halutussa muodossa, kunnes betoni on kovettunut tarpeeksi [15; s. 16.]. Ei kantavien elementtien toleranssit perustuvat pääosin rakenteiden asennusyhteensopivuuksiin [16, s. 29.]. Hormielementille määritetyt toleranssivaatimukset ovat seuraavanlaisia: [17, s. 9.]

- poikkileikkaus ± 5 mm
- leveys ± 5 mm
- pituus (korkeus) ± 10 mm
- ristimitta ± 15 mm
- betonipeitteen poikkeama ± 10 mm
- kierous ± 15 mm
- teräsosat, sähkörsiat ja reiät
 - sijainti pinnan suunnassa ± 15 mm
 - sijainti syvyysuunnassa ± 5 mm

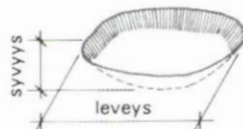
Standardin kontekstissa kuitenkin mainitaan, että *vähäiset poikkeamat, joilla ei ole merkittäviä vaikutuksia valmiin rakenteen toimivuuteen, voidaan jättää huomioon ottamatta.* [16, s. 29.]

NYSTERMÄ

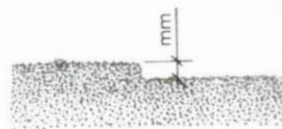
aiheutuu yleensä muotissa olevasta kolosta

**SYVENNYS**

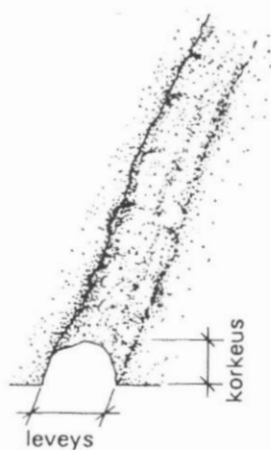
aiheutuu yleensä kohoumasta tai epäpuhtaudesta muotin pinnassa

**HAMMASTUS**

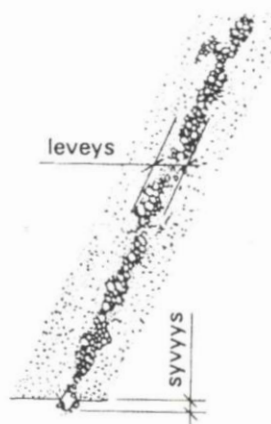
johtuu muottilevyjen tasoerosta

**VALUPURSE**

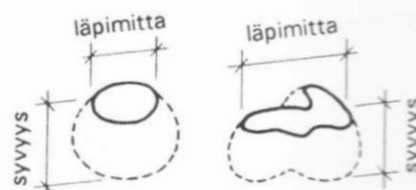
johtuu muotin saumasta pursonneesta betonista

**VALUHAAVA**

johtuu yleensä muottisauman kohdalla erottuneesta betonista

**HUOKOSET**

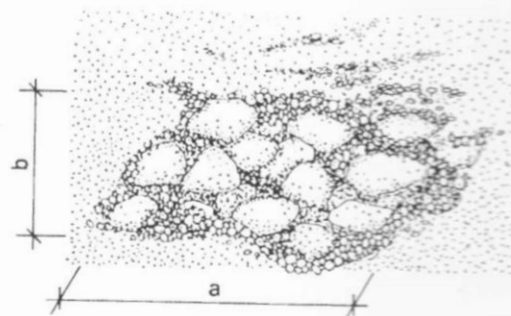
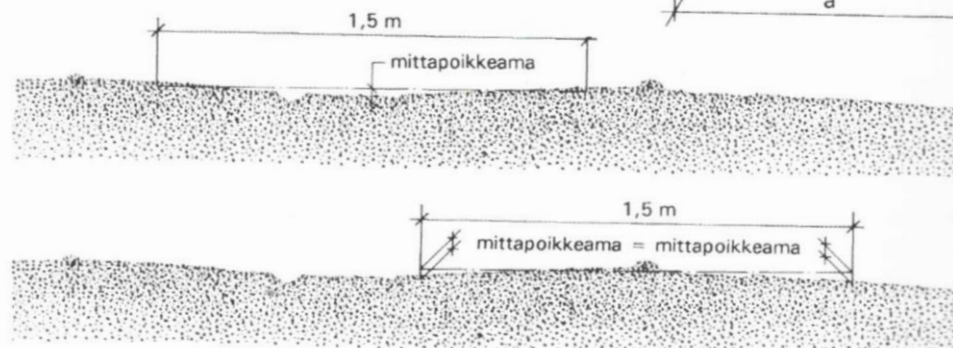
pyöreämuotoiset valuhuokokset syntyvät pinnan läheisyyteen kerääntyvistä ilma- ja vesikuplista

**HARVAVALU TAI MUU VIKA**

johtuu yleensä erottumisesta, liian pienestä hienoainemäärästä tai puutteellisesta tärtyyksestä

PINNAN KÄYRYYS JA AALTOILU

johtuu muottipinnan tasopoikkeamasta (mittapoikkeaman ei lasketa nystermiä, syvennyksiä eikä huokosia)



Kuva 15. Muottia vasten valettujen pintojen laatutekijät.

Laatutekijät		Vaatimukset			
		Luokka AA	Luokka A	Luokka B	Luokka C ¹⁾
Nystermä					
suurin korkeus	mm	1	3	6	6
suurin leveys	mm	2	9	20	20
suurin määrä	kpl/m ²	10	20	40	40
Syvennys					
suurin korkeus	mm	2	4	7	7
suurin leveys	mm	4	9	15	15
suurin määrä	kpl/m ²	10	20	40	40
Hammastus	mm	0,5	2	5	5
Valupurse tai valuhaava muottisauman kohdalla					
suurin korkeus tai syvyys	mm	1	2	4	4
suurin leveys	mm	2	3	6	6
suurin määrä (koskee myös korjattua saumaa)	% muot- tisaumojen pituudesta	5	20	30	30
Vaakasuurassa valettujen pintojen huokokset, Ø ≥ 2mm				Ø ≥ 5 mm	Ø ≥ 5 mm
suurin läpimitta ja syvyys	mm	5	8	10	10
suurin kokonaismäärä	kpl/m ²	20	40	80	160
Pystysuurassa valettujen pintojen huokokset, Ø ≥ 2mm				Ø ≥ 5 mm	Ø ≥ 5 mm
suurin läpimitta ja syvyys	mm	7	10	12	12
suurin kokonaismäärä	kpl/m ²	40	60	100	200
Vaakasuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava)					
suurin koko	m ²	ei sallittu	0,1	0,3	0,6
suurin määrä	kpl/100m ²	ei sallittu	1	2	4
Pystysuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava)					
suurin koko	m ²	ei sallittu	0,2	0,3	0,6
suurin määrä	kpl/100m ²	ei sallittu	2	3	4
Pinnan käyryys ja aaltoilu					
suurin mittapoikkeama	mm/1,5m	2	5	8	8
Uran ja ulkoneman ham- mastus jatkokohdassa	mm	1	1	-	-
Uran ja ulkoneman käyryys ja aaltoilu					
suurin mittapoikkeama	mm/1,5m	1,5	2	-	-
Väri vaihtelu					
harmaat pinnat	luokat	A	B	-	-
valkobetonipinnat	(kohta 10)	AA	A	-	-
muut väribetonipinnat		A	B	-	-
¹⁾ Heikointa C luokan vaatimusta käytetään yleensä vain näkymättömiin jääville pinnoille (esim. perustukset ja alas laskettujen kattojen betonipinnat)					

Taulukko 1. Betonipintojen laatukriteerit.

7 VALUMUOTIN KÄYTTÄMINEN

Muottijärjestelmältä edellytetään käytettävyyden suhteen riittävää yksinkertaisuutta, ergonomisuutta ja nopeutta. Kyseiset ominaisuudet ovat lähtökohtaisesti kaikki sidoksissa toisiinsa, joten jo yksittäisen osa-alueen kehittämisen vaikutukset voivat olla kokonaisuuden kannalta merkittäviä. Muottien osalta näihin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa modulaarisuudella, muunneltavuudella, muotoilulla ja siirrettävien komponenttien painoilla.

7.1 Asetus työvälineistä

Valumuottijärjestelmän hankinnassa työnantajan on huomioitava, että työväline on työolosuhteisiin sopiva ja turvallinen. Työntekijän on siis kyettävä käyttämään välinettä siten, että optimaalinen työasento sekä ergonomiset periaatteet täyttyvät. Välineen on lisäksi täytettävä lujuuksien ja mitoitusosien osalta työn vaatimustasot. Mahdolliset vaaratilanteet esim. välineen kaatumisesta tai liikahtamisesta on kyettävä estämään erillisillä kiinnityksillä tai muilla keinoin. Työvälineelle on oltava riittävästi tilaa, jotta sen siirrot voidaan toteuttaa turvallisesti. [18.]

7.2 Ergonomia

Teollisuudessa työskennellessä on tärkeää tiedostaa kaikkien työvaiheiden fyysiset kuormitukset sekä rasitukset. Työn tulee ensisijaisesti olla tehtävissä asennossa, jossa vältetään ylimääräiseltä kierrolta tai liikkeeltä. Hyvillä työtaidoilla ja oikeilla työvälineillä voidaan jopa ennaltaehkäistä rasituksista aiheutuvia vammoja. Fyysisen kunnon merkitystä ei myöskään voida aliarvioida. [19.]

Toistuvaa-, tai nostotyötä tehdessä on pyrittävä käyttämään työtä keventäviä välineitä, tai jaettava taakat parin kanssa. Aina tähän ei kuitenkaan ole mahdollisuutta, jolloin työnantajan vastuu ohjeistuksesta, liittyen turvalliseen välineiden käsittelyyn, korostuu. Yhden miehen epäviralliseksi suositusnostorajaksi on määritetty 25 kg. Rajaa tärkeämpää on kuitenkin huomioida aina nostavan henkilön fyysiset ominaisuudet. Painorajan lisäksi taakoissa tulisi aina arvioida muut vaikuttavat tekijät, joilla voidaan aiheuttaa työntekijälle ylikuormittumista. Näitä ovat mm.: [19;20.]

- taakan muoto
- taakasta saatavan otteen pitävyys
- taakan sijainti suhteessa vartaloon
- vartalon asento noston aikana
- nostojen ja toistojen määrä
- siirtomatkan pituus
- työympäristö.

Työntekijän henkilökohtaisten toimintatapojen lisäksi työpisteen ja -välineiden vaikutuksista ergonomiaan ei voida vähätellä. Työskentelypuitteiden tulisi ensisijaisesti tukea asentoja, joissa kyetään pitämään selkä ja niska suorana ja olkapäät vartalon lähettävillä. Jo pelkästään työskentelykorkeuden oikealla mitoituksella saadaan paljon aikaa. Oikea korkeus on usein työhön sidottu, nostotyössä se on kuitenkin usein määritetty noin 75 cm korkeuteen. Työpisteellä tulisi myös olla riittävästi tilaa liikkua, sillä minkään asennon pitkäkestoinen ylläpitäminen ei ole vartalolle hyväksi. Työvälineissä ergonomisuus kulminoituu hyvään kädensijaan ja optimaaliseen painoon. Välineiden ollessa raskaanpuoleisia tulisi selvittää, onko taakan vähentämiseksi olemassa kevennysratkaisuja. [19.]

8 TUTKIMUS

Tutkimuksen aiheena oli tutkia tilaajan käytössä olevien valumuottijärjestelmien ominaisuuksia. Tavoitteena oli löytää haastattelujen avulla valumuottijärjestelmien kaikki puutteet ja kehittämistarpeet ja näin tukea tuloksien pohjalta muottijärjestelmien mahdollista tuotekehitystä.

Itse tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen, joka noudattaa sisällöltään teemamenetelmälle määritettyjä piirteitä. Aihepiirissä pysymisen tueksi on laadittu apukysymyksiä, joiden tehtävänä on johdatella ja ruokkia keskustelua. [21.]

Millainen merkitys muottipintamateriaalilla on työskentelytapojen ja laadun kannalta?

Mitkä ominaisuudet muottijärjestelmissä koetaan käytön kannalta toimiviksi?

Millaisia kehitystarpeita muottijärjestelmissä on?

Haastattelujen ajankohdaksi tehtaan johtoportaasta toivottiin myöhäistä kevättä, sillä kolmannen osan (liite 2) potentiaali kyettiin hyödyntämään täysin vasta keväällä hankitun raskaamman siltanosturin jälkeen. Näin saatiin varmistettua, että molemmista järjestelmistä ulos saatavat elementit ja kokemukset olivat mahdollisimman kattavia.

Tutkimusaiheen luottamuksellisuudesta johtuen varsinaiset tulokset ja tulosten analyysi jäivät tilaajan pyynnöstä salaiseen liite-osioon.

Haastattelujen kohdehenkilöiksi valikoituivat ennakkovihjeiden perusteella Elementtityötekijät Teemu Mikkola, Markus Nygård, Veli-Matti Lahtinen, Tero Kiiski, sekä Työnjohtajat Jyrki Vanhahonko ja Jari Vuorela. Kyseisten henkilöiden tietotaito, kehitysideat ja kokemukset muottijärjestelmistä olivat suurin syy valikoitumisille.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia Rudus BT Kotkan Elpo-hormituotannossa käytettäviä valumuottijärjestelmiä ja kartoittaa muita markkinoilla tarjolla olevia vartenotettavia vaihtoehtoja. Aihe oli syntynyt tuotannon elementtityöntekijöiden käyttökokemuksista, joiden mukaan 2017 kesällä käyttöönotetusta muottijärjestelmästä löytyi paljon puutteita vanhaan järjestelmään nähden. Hyväksyin aiheen 2017 syksyllä tilaajani ja nykyisen työnantajani ehdotuksesta. Asennoiduin aiheeseen erityisellä mielenkiinnolla, sillä tiesin työn tarjoavan minulle poikkeuksellisen mahdollisuuden raottaa omasta näkökulmasta tuntemattomampaa tuotantoteollisuutta, vaikka tuotannonsuunnittelusta minulta kokemusta löytyikin. Työn kerrottiin myös laajentavan samalla tilaajan investointipäätöksiin vaikuttavaa ”lähtötieto –mappia”, mikä teki työstä entistä mielenkiintoisemman.

Työn esisuunnittelun ja teorian kartoituksen myötä aihe osoittautui kuitenkin erittäin haastavaksi lähinnä syventävien lähteiden niukkuuden vuoksi. Kävi myös nopeasti ilmi, että Suomen markkinoiden koosta johtuen betonielementtiteollisuudessa toimivia tarvike- ja laitetoimittajia ei Suomesta lähtöisin olevan Elematic Oyj:n ja muutamien konepajojen lisäksi juurikaan löytynyt. Tiedonhankinnan edetessä kävi nopeasti ilmi, että suurin syy julkisen tiedon ja kirjallisuuden vähyydelle on alan luonne, jonka vuoksi kaikki konseptit ja muotiossaaminen pyritään pitämään salassa. Tästä johtuen osaa teoriasta ja työn tutkimusosuutta ei myöskään tulla julkaisemaan opinnäytetyön julkisessa osassa, vaan luottamuksellisessa liiteosassa.

Työn edetessä aloitettiin 26.2 yhteydenpito Elematicin Myynti-insinööri Mikko Puputin kanssa, jonka pohjalta pidettiin ensimmäinen tuote-esittelypalaveri Kotkassa 14.3. Palaverista saatujen tietojen pohjalta Elematicin konsepteissa nähtiin potentiaalia, mikä johti lopulta yritysvierailuun yhtiön pääkonttorille, Akaalle. Vierailun aikana saatiin vastauksia tärkeisiin yksityiskohtiin ja päästiin tutustumaan tuotemalleihin. Vierailun anti oli työni kannalta merkittävä, tästä syystä haluankin vielä kertaalleen kiittää vierailun isäntää, Tero Mäkeä ja järjestäjää, Mikko Puputtia.

Varsinainen tutkimus toteutettiin johdon esittämien toiveiden vuoksi vasta keväällä 2018. Suurin syy tälle oli tehtaalla toteutettava siltanosturi-investointi, joka asetti molemmat muottijärjestelmät tuotannon kannalta tasavertaiseen, vertailukelpoiseen asemaan. Tutkimusmateriaali ja haastattelut keskitettiin tuotannon työntekijöihin, keiden pohjalta aihe oli myös syntynyt. Tutkimuksella saatiin lopulta hyvä kokonaiskuva siitä, mitkä osa-alueet kaipaavat kussakin muottijärjestelmässä kehitystä tai muutosta.

Työ onnistui tavoitteen näkökulmasta katsottuna erittäin hyvin, sillä tutkimustulosten lisäksi yhteyden pito Elematic:iin on jatkunut ja tehtaalla on ollut alustavia puheita Elematicin erilaisten muottijärjestelmien pilotoinneista. Pilotointien tarkoituksena olisi selvittää FaMe-konseptin toimivuutta Elpo-tuotantoprosessin kannalta ja kartoittaa uusia näkemyksiä muottien rakenteellisista ratkaisuista.

LÄHTEET

1. Rudus Oy. 2017. Tietoa Ruduksesta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/rudus-yrityksena/rudus-konserni> [viitattu 8.2.2018].
2. Rudus Oy. 2017. Työpaikat – tule rakentamaan ruduslaisena. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/rudus-yrityksena/tyopaikat> [viitattu 22.1.2018].
3. Elematic Oyj. 2018. Elematic in brief. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.elematic.com/en/company/elematic-in-brief/> [viitattu 3.5.2018].
4. Rudus Oy. 2017. Elpo-hormi-talotekniikan innovaatio. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/tuotteet/elpo-hormit> [viitattu 26.1.2018].
5. Betoniteollisuus ry. Hormielementit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/hormielementit> [viitattu 8.2.2018].
6. Betoniteollisuus ry. 2010. Runkorakenteet. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22592/Runkorakenteet_9%203%202010.pdf [viitattu 27.2.2018].
7. Leimola, K. 2018. Liiketoimintajohtaja, Talonrakentaminen. Haastattelu 6.2.2018. Rudus Oy.
8. Lujatalo kasvattaa hormiliiketoimintaansa ja rekrytoi uusia työntekijöitä. 2015. Lujatalo Oy. Artikkel. Saatavissa: <https://www.luja.fi/2015/02/02/lujabetoni-kasvattaa-hormiliiketoimintaa-rekrytoi-uusia-tyontekijoita/> [viitattu 3.3.2018].
9. Hammarén, K. 2018. Suunnittelupäällikkö, Elpo-hormit. Haastattelu 22.3.2018. Rudus Oy
10. Suomen Betoniyhdistys ry. 2004. BY 201 Betonitekniikan oppikirja.
11. Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. 2018. Battery mould. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.weckenmann.com/en/products/formwork/battery-mould> [viitattu 25.4.2018].
12. Mäki, T. 2018. Myynti-Insinööri, FaMe. Haastattelu 3.5.2018. Elematic Oyj
13. Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. 2018. Moulds for columns and beams. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.weckenmann.com/en/products/formwork/moulds-for-columns-and-beams> [viitattu 30.4.2018].

14. Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. 2018. Formwork. WWW-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.weckenmann.com/en/products/formwork/> [viitattu 1.5.2018].
15. Suomen Betoniyhdistys ry. 2003. BY 40 Betonirakenteiden pinnat/luokitusohjeet.
16. Suomen standardisoimisliitto ry. 2010. SFS-EN 13670. PDF-dokumentti. Saatavissa:
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/147763.html.stx> [viitattu 1.5.2018].
17. Rakennustieto Oy. 2010. RunkoRYL, 421 Betonielementtirakentaminen. Betonielementtityö. PDF-dokumentti. Saatavissa:
http://www.rakennustieto.fi/runkoryl/lausuntomateriaali_10_16_19/RunkoRYL42_Betonielementtirakentaminen_RTS10_16.pdf [viitattu 1.5.2018].
18. Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008. 403/2008. WWW-dokumentti. Saatavissa:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403#Pidp450552800> [viitattu 8.5.2018].
19. Työturva Oy. 2015. Työturvallisuuspakka – Tehdasteollisuus.
20. Työsuojeluhallinto. 2018. Nostot käsin. WWW-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.tyosuoja.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin> [viitattu 8.5.2018].
21. KvaliMOTV. 2018. Teemahaastattelu. WWW-dokumentti. Saatavissa:
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html [viitattu 15.5.2018].

Kuva 14. Elematic Oyj. Kuva Ontelolaattalinjastosta. Saatavissa:
<http://www.elematic.com/static/studio/pub/Machines%2C+Lines%>

[2C+Plants/Machinery/Supporting+Equipment%2C+Floor/Casting_Beds_Tunisia_green.jpg?c=product_carousel](#)

Kuva 15. BY40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet. Kuva 3.3 Muottia vasten valettujen pintojen laatutekijöitä. Suomen Betoniyhdistys ry

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Elementtipintojen laatukriteerit s. 34. BY40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet. Suomen Betoniyhdistys ry

Opinnäytetyön liitteet ovat luottamuksellisia.